

**PENGARUH VARIASI SUHU ARTIFICIAL AGING (150°C,
175°C, dan 200°C) TERHADAP HASIL CORAN ALUMINIUM
MENGUNAKAN CETAKAN PASIR HITAM DENGAN
BENTONIT 7%**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

SAIFUL ANWAR

D200150194

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI SUHU ARTIFICIAL AGING (150°C,
175°C, dan 200°C) TERHADAP HASIL CORAN ALUMINIUM
MENGUNAKAN CETAKAN PASIR HITAM DENGAN
BENTONIT 7%**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

SAIFUL ANWAR

D200150194

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing


Ir. Masyrukan, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI SUHU ARTIFICIAL AGING (150°C, 175°C, dan 200°C) TERHADAP HASIL CORAN ALUMINIUM MENGUNAKAN CETAKAN PASIR HITAM DENGAN BENTONIT 7%

Oleh:

SAIFUL ANWAR

D200150194

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 1 Oktober 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :


1. **Ir. Masyrukan, M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan Fakultas Teknik,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

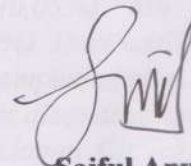
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 29 Oktober 2019

Penulis



Saiful Anwar
D200150194

PENGARUH VARIASI SUHU ARTIFICIAL AGING (150°C, 175°C, dan 200°C) TERHADAP HASIL PENGECORAN ALUMINIUM MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR HITAM DENGAN BENTONIT 7%

ABSTRAK

Penggunaan aluminium dan logam paduan aluminium di dunia industri terus berkembang, menuntut manusia untuk melaksanakan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks bahan dasar untuk membuat aluminium sangat terbatas dan pengolahannya memerlukan dana yang besar. Sehingga dilakukan daur ulang dari limbah aluminium. Salah satu cara mendaur ulang yaitu dengan melakukan proses pengecoran. Agar hasil pengecoran lebih baik, maka perlu dilakukan treatment (perlakuan) untuk memperbaiki sifat aluminium supaya hasil pengecoran lebih ulet dan keras dengan cara artificial aging (penuaan buatan). Pada penelitian ini menggunakan metode artificial aging (penuaan buatan). Artificial aging adalah penuaan untuk paduan aluminium yang di age hardening dalam keadaan panas. Artificial aging berlangsung pada temperatur antara 100°C-200°C dan dengan lamanya waktu penahanan antara 1 sampai 24 jam. Maka dalam penelitian ini tahap penuaan buatan menggunakan variasi suhu artificial aging (150°C, 175°C, dan 200°C) dengan waktu tahan selama 1 jam dan membandingkannya dengan raw material. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan komposisi kimia material yang akan diperlakukan artificial aging, mengetahui nilai kekerasan material sebelum dan sesudah dilakukan artificial aging. Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 13 unsur, yaitu Al (84,84%), Si (9,2655%), Cu (1,7669%), Fe (2,07%), Ni(0,93%), Mg (0,91%), Ti (0,08%), Zn (0,05%), Mn (0,047%), Cr(0,03%), Sn (0,0074%), Pb (0,0049%), dan P (0,0019%). Dari hasil pengujian kekerasan rockwell pada spesimen dengan aging 200°C mempunyai nilai kekerasan paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 80,36 HRB lebih keras dibandingkan spesimen dengan aging 150°C dan aging 175°C karena pengendapan Cu lebih banyak dibandingkan lainnya.

Kata kunci : artificial aging, komposisi kimia, pengecoran, rockwell

Abstract

The use of aluminum and aluminum alloys in the industrial world continues to grow, demanding people to carry out engineering in order to meet the increasingly complex needs of basic materials to make aluminum very limited and its processing requires large funds. So it is done recycling from aluminum waste. One way to recycle is to do the casting process. For better casting results, treatment needs to be done to improve the properties of aluminum so that the casting results are more resilient and harder by means of artificial aging. In this study using the method of artificial aging. Artificial aging is aging for aluminum alloys that are aged hardening in a hot state. Artificial aging takes place at temperatures between 100°C-200°C and holding time between 1 to 24 hours. So in this study the artificial aging stage uses variations in artificial aging temperature (150°C, 175°C, and 200°C) holding time of 1 hour and compares it with raw material. The purpose of

this study was to determine the chemical composition of the material to be treated artificially by aging, to know the value of material hardness before and after artificial aging. From the results of testing the chemical composition there are 13 elements, namely Al (84.84%), Si (9.2655%), Cu (1.7669%), Fe (2.07%), Ni (0.93%), Mg (0.91%), Ti (0.08%), Zn (0.05%), Mn (0.047%), Cr (0.03%), Sn (0.0074%), Pb (0, 0049%), and P (0.0019%). From the results of rockwell hardness testing on specimens with aging 200°C has the highest hardness value of an average of 80.36 HRB harder than specimens with aging 150°C and aging 175°C due to more Cu deposition than others.

Keywords: artificial aging, casting, chemical composition, rockwell

1. Pendahuluan

Penggunaan Aluminium dan Logam paduan Aluminium didunia industri terus berkembang, menuntut manusia untuk melaksanakan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks. Tak terkecuali dalam hal teknologi yang berperan penting dalam kelangsungan hidup manusia seperti dalam rekayasa dan proses perlakuan pada logam yang mempunyai pengaruh vital. (Surdia, 2005).

Alumunium bisa digunakan sebagai bahan transmisi karena ringan. Alumunium bersifat sangat lunak tetap dapat dicampur dengan menambahkan unsur-unsur lain seperti tembaga, silium, mangan, magnesium, dan sebagainya. Selain itu, bahan dasar untuk membuat alumunium (*alumina*) sangat terbatas dan pengolahannya memerlukan dana yang besar. Sehingga dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah alumunium. Salah satu cara mendaur ulang yaitu dengan melakukan proses pengecoran kembali alumunium tersebut dari sisa produksi atau limbah alumunium menjadi bahan baku (*raw material*). Alumunium merupakan unsur nomer tga terbanyak di alam yang diperkirakan sekitar 8% dalam hutan produksi memnempati urutan ketiga setelah besi dan baja.

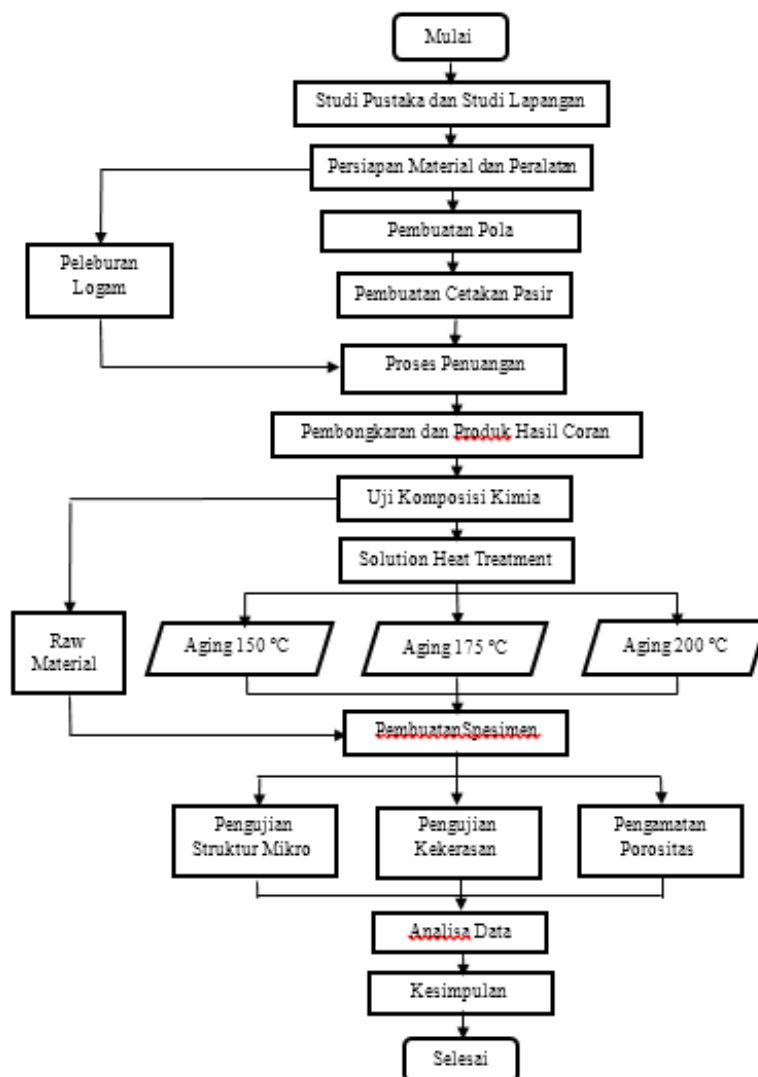
Pengecoran merupakan proses peleburan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang kedalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Bahan yang dipakai dalam cetakan sangat bervariasi, beberapa contoh diantaranya dibuat dari bahan logam, pasir, semen, kulit, keramik, dan sebagainya. Dari masing-masing bahan cetakan ini memiliki pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran logam cair. Kualitas ini terutama sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses penuangan hingga membeku.

Agar hasil pengecoran lebih baik, maka perlu dilakukan *treatment* (perlakuan) untuk memperbaiki sifat aluminium supaya hasil pengecoran lebih ulet dan keras dengan cara *artificial aging* (penuaan buatan). Maka pada penelitian ini, fokus masalah yang ingin dipelajari adalah pengaruh variasi temperatur *artificial aging* pada hasil pengecoran aluminium.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 berikut disajikan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Aluminium bekas.
2. Pasir hitam.
3. Pola.
4. Bentonit.
5. Calcium carbonate.

2.2.2. Peralatan Penelitian

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Kerangka cetak
2. Saringan (pengayak)
3. Penumbuk
4. Tabung silinder
5. Lanset
6. Kowi
7. Gelas ukur
8. Sekop
9. Ember
10. Dapur peleburan
11. Tang
12. Jangka sorong
13. Termocouple *type K*
14. Timbangan
15. Gergaji besi
16. Amplas
17. Autosol
18. Kain
19. Cawan
20. *Furnace Chamber*
21. Alat uji spektrometer
22. Alat pemadat pasir cetakan
23. Alat pengujian permeabilitas
24. Alat uji struktur mikro
25. Alat uji kekerasan *rockwell*.

2.3. Tahapan Penelitian

2.3.1. Pembuatan Cetakan Pasir

1. Mempersiapkan kerangka cetakan berbentuk kotak
2. Mempersiapkan papan alas kayu yang diletakkan di bagian bawah sebagai alas kerangka cetak bawah.
3. Meletakkan kerangka cetakan diatas papan kayu dan meletakkan pola diatas papan kayu.

4. Mengisi pasir hitam yang sudah di tambahkan bentonit dan air sampai batas permukaan cetakan, kemudian dipadatkan menggunakan penumbuk hingga padat merata setelah itu bagian atas kerangka cetakan diletakan di papan kayu kemudian dibalik dan bagian bawah pola berada di atas.
5. Mengambil papan kayu yang berada diatas dan membersihkan pasir yang berada di permukaan pola.
6. Memasang kembali kerangka cetakan, meletakan tabung silinder dan meletakan saluran buang agar udara tidak terjebak di dalam pasir cetak. Kemudian mengisi kembali pasir hitam kedalam cetakan hingga menutupi permukaan kerangka.
7. Kemudian mencabut tabung silinder (saluran turun) dan saluran buang.
8. Mengangkat cetakan bagian atas, kemudian memberi saluran masuk kedalam bagian pola cetakan pasir dan mengambil pola dengan cara menancapkan paku kedalam permukaan pola kemudian di ketuk perlahan-lahan agar pola bergeser setelah itu diambil pola tersebut secara perlahan sehingga cetakan pasir tidak runtuh.
9. Setelah itu mengambil penutup cetakan atas kemudian menutup kembali bagian atas cetakan.

2.3.2 Perlakuan Panas (*Artificial Aging*)

1. Mepersiapkan tungku *furnace*.
2. Spesimen ditempatkan pada cawan lalu dimasukan kedalam tungku.
3. Mengatur kontrol panel pada suhu 505°C.
4. Setelah lampu indikator mati, spesimen dikeluarkan dari tungku kemudian dilakukan proses *Quenching* dengan media air pada suhu ruangan.
5. Memasukkan kembali suhu kedalam tungku lalu mengatur kontrol panel pada suhu 150 °C dan waktu 2 jam.
6. Setelah lampu indikator mati, spesimen dikeluarkan lalu didinginkan dengan suhu ruangan.
7. Poses dilakukan sama pada suhu aging 175 °C dan 200 °C
8. Selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komposisi Kimia

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

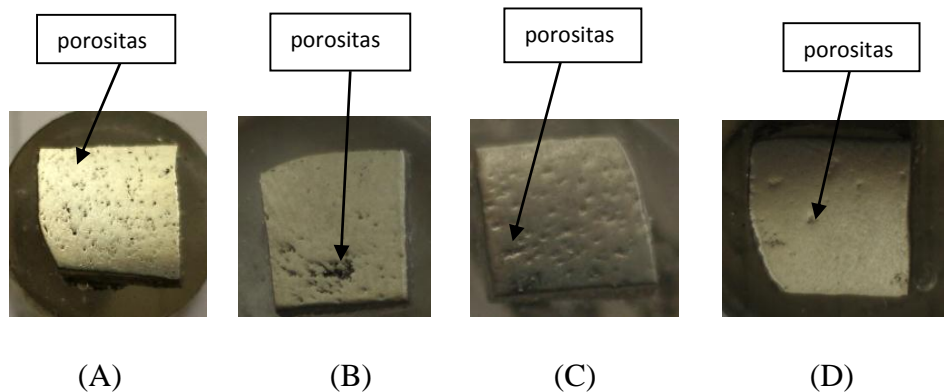
No	Unsur kimia	Komposisi (%)
1	Al	84,84
2	Si	9,2655
3	Fe	2,0768
4	Cu	1,7669
5	Ni	0,9327
6	Mg	0,9111
7	Ti	0,0812
8	Zn	0,0506
9	Mn	0,0477
10	Cr	0,0303
11	Sn	0,0074
12	Pb	0,0049
13	P	0,0019

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 13 unsur, yaitu Al (84,84%), Si (9,2655%), Cu (1,7669%), Fe (2,07%), Ni(0,93%), Mg (0,91%), Ti (0,08%), Zn (0,05%), Mn (0,047%), Cr(0,03%), Sn (0,0074%), Pb (0,0049%), dan P (0,0019%).

3.2. Pengamatan Porositas

Pengamatan ini dilakukan dengan cara salah satu sisi produk cor dilakukan *mounting* dengan menggunakan resin dan katalis yang kemudian diampas sampai halus dan diberi autosol supaya proses porositas dapat terlihat setelah itu difoto makro menggunakan kamera dan dilakukan membandingkan hasil dari raw material dan setiap variasi *aging*.

Hasilnya sebagai berikut :

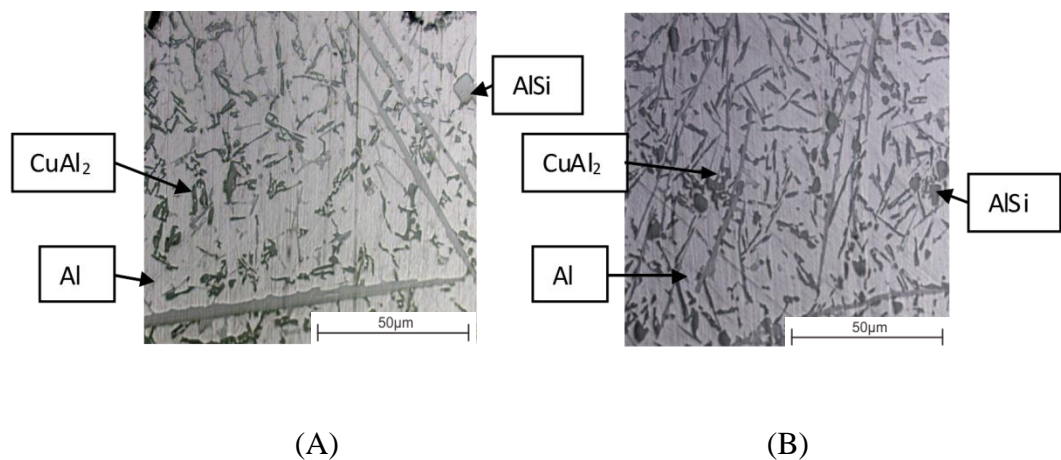


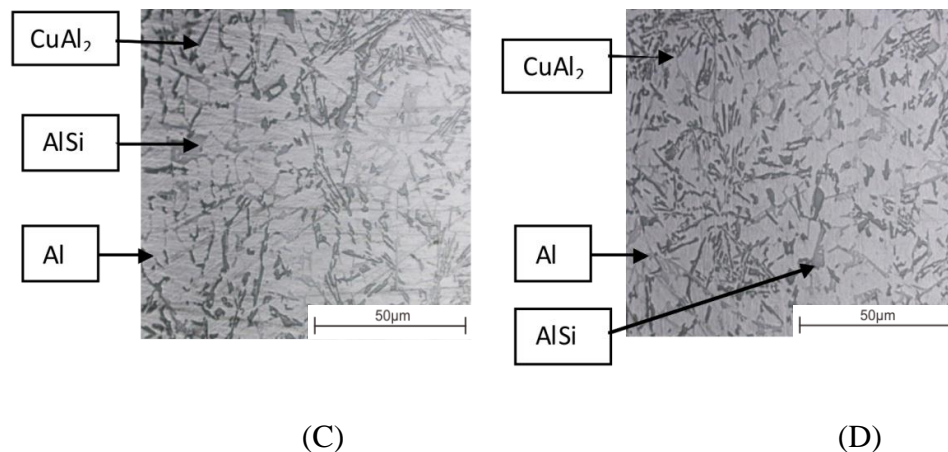
Gambar 2. Perbandingan Foto Makro Cacat Porositas, (A) Raw Material, (B) Variasi *aging* 150°C, (C) Variasi *aging* 175°C, (D) Variasi *aging* 200°C.

Dari hasil foto makro diatas (gambar 4.1) dapat dilihat bahwa spesimen *raw material*, *aging* 150°C, *aging* 175°C dan *aging* 200°C memiliki tingkat porositas sama. Porositas ini terjadi pada saat proses pengecoran tersebut, karena semua spesimen menggunakan cetakan sama yaitu pasir hitam dengan kandungan bentonit 7%.

3.3. Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi didapatkan gambar seperti yang dilihat pada gambar 3.





Gambar 3. Perbandingan Foto Mikro (A) Raw Material, (B) Variasi *aging* 150°C, (C) Variasi *aging* 175°C, (D) Variasi *aging* 200°C.

Berdasarkan hasil pengujian struktur mikro fasa Al, Fasa CuAl_2 , dan fasa Al Si Adapun karakteristik dari fasa-fasa tersebut adalah sebagai berikut :

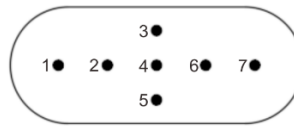
1. Fasa Al (berwarna terang) adalah larutan padat primer.
2. Fasa CuAl_2 (berwarna kelabu kehitam-hitaman). Dengan adanya fasa ini akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan aluminium paduan.
3. AlSi (berwarna kelabu terang) Fasa ini terbentuk karena jumlah prosentase silikon (Si) lebih besar dari magnesium (Mg). Pada umumnya akan dapat meningkatkan tingkat kekerasan dan dapat menghambat laju korosi.

Pada foto mikro variasi *aging* 200°C terlihat banyak bentuk butiran fasa CuAl_2 mengelompok serta fasa AlSi cenderung menggumpal dan meregang daripada foto mikro variasi *aging* 175°C, *aging* 150°C dan *raw material*. Dari sini dapat disimpulkan menurut dari nilai kekerasannya bahwa pada spesimen *aging* 200°C pengendapan Cu lebih banyak dibandingkan lainnya.

3.4. Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan jenis *rockwell* di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengujian kekerasan *rockwell* ini menggunakan beban 100 kgf dengan

indentor bola baja 1/16 inchi dan dilakukan pada 7 titik dengan posisi seperti di gambar 4.



Gambar 4. posisi titik uji kekerasan pada spesimen

Tabel 2. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen *raw material*

titik	Variasi Spesimen	Indentor Bola Baja (Inchi)	Beban (kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-rata (HRB)
1	Raw Material	1/16	100	62,6	61,1
2		1/16	100	61,5	
3		1/16	100	61,2	
4		1/16	100	60,2	
5		1/16	100	60,4	
6		1/16	100	61,6	
7		1/16	100	60,2	

Tabel 3. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen variasi *aging* 150°C

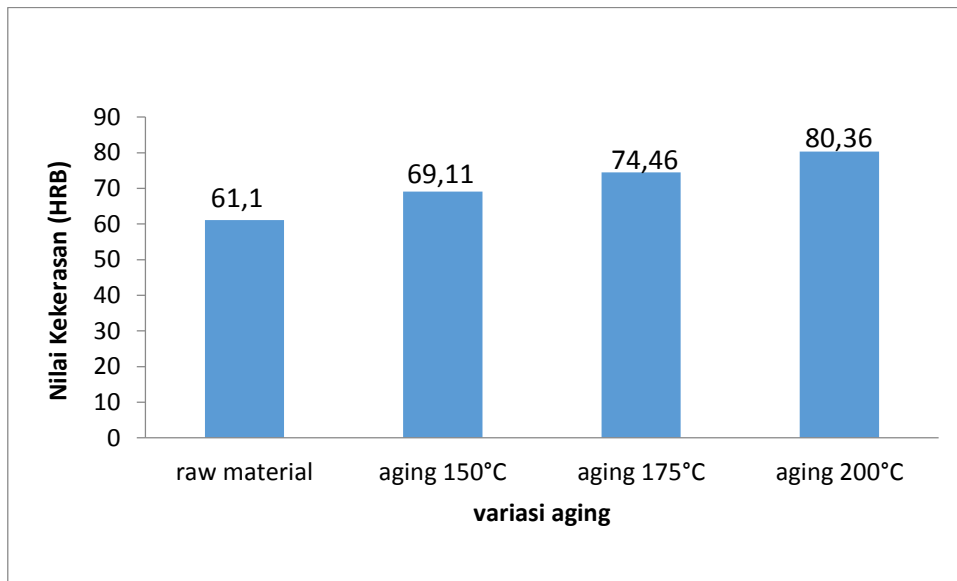
Titik	Variasi Spesimen	Indikator Bola Baja (Inchi)	Beban (Kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-Rata (HRB)
1	aging 150°C	1/16	100	68,5	69,11
2		1/16	100	70,9	
3		1/16	100	70,2	
4		1/16	100	67,5	
5		1/16	100	71,2	
6		1/16	100	68,8	
7		1/16	100	66,7	

Tabel 4. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen variasi *aging* 175°C

titik	Variasi Spesimen	Indentor Bola Baja (Inchi)	Beban (kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-rata (HRB)
1	aging 175°C	1/16	100	73,5	74,46
2		1/16	100	75,6	
3		1/16	100	75,2	
4		1/16	100	74,1	
5		1/16	100	74,5	
6		1/16	100	73,8	
7		1/16	100	74,5	

Tabel 5. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen variasi *aging* 200°C

titik	Variasi Spesimen	Indentor Bola Baja (Inchi)	Beban (kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-rata (HRB)
1	aging 200°C	1/16	100	79,5	80,36
2		1/16	100	80,3	
3		1/16	100	81,1	
4		1/16	100	79,3	
5		1/16	100	80,5	
6		1/16	100	80,6	
7		1/16	100	81,2	



Gambar 5. Histogram hasil uji kekerasan *Rockwell*(HRB)

Dari hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada spesimen raw material didapatkan nilai kekerasan dengan rata-rata 61,1 HRB. Pada spesimen dengan aging 150°C memiliki nilai kekerasan dengan rata-rata sebesar 69,11 HRB. Pada spesimen dengan aging 175°C nilai kekerasan rata-rata sebesar 74,46 HRB. Pada spesimen dengan aging 200°C mempunyai nilai kekerasan paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 80,36 HRB. Nilai kekerasan naik karena pengendapan Cu yang lebih banyak untuk spesimen aging 200°C dibanding lainnya.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 13 unsur, yaitu Al (84,84%), Si (9,2655%), Cu (1,7669%), Fe (2,07%), Ni(0,93%), Mg (0,91%), Ti (0,08%), Zn (0,05%), Mn (0,047%), Cr(0,03%), Sn (0,0074%), Pb (0,0049%), dan P (0,0019%).
2. Pada foto mikro variasi aging 200°C terlihat banyak bentuk butiran fasa CuAl₂ mengelompok serta fasa AlSi cenderung menggumpal dan meregang daripada foto mikro variasi aging 175°C, aging 150°C dan *raw material*. Dari sini dapat

disimpulkan menurut dari nilai kekerasannya bahwa pada spesimen aging 200°C pengendapan Cu lebih banyak dibandingkan lainnya. Sedangkan pada raw material fasa CuAl₂ terlihat meregang.

3. Dari hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada spesimen raw material didapatkan nilai kekerasan dengan rata-rata 61,1 HRB. Pada spesimen dengan aging 150°C memiliki nilai kekerasan dengan rata-rata sebesar 69,11 HRB. Pada spesimen dengan aging 175°C nilai kekerasan rata-rata sebesar 74,46 HRB. Pada spesimen dengan aging 200°C mempunyai nilai kekerasan paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 80,36 HRB. Nilai kekerasan naik karena pengendapan Cu yang lebih banyak untuk spesimen aging 200°C dibanding lainnya

4.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

1. Melakukan pembelajaran secara mendalam mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam dan perlakuan panas sebagai referensi pendukung.
2. Pada saat penelitian dilakukan kerjasama antar rekan sangat penting dalam dokumentasi, pembuatan spesimen, pengujian ataupun yang lainnya supaya mendapatkan data yang lebih akurat .
3. Untuk mendapatkan hasil yang valid carilah tempat pengujian yang sudah terpercaya.
4. Selalu awali dengan doa setiap melakukan sesuatu dan dasari niat yang ikhlas serta imbangi semangat yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, F. 2011. *Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Universitas Diponegoro : Semarang
- Agusta, Dedas. 2015. *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Material Model Chassis Berbasis Al-Si-Mg Hasil Pengecoran High Pressure Die Casting*. Universitas Diponegoro : Semarang

- ASTM E18-11, 2012, “*Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metallic Material*”
- Aziz. 2012. Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Paduan Al-Si-Cu Dengan Menggunakan Cetakan Pasir. Universitas Muhammadiyah Surakarta :Surakarta
- Beeley, P. 2001. *Foundry Second Edition*, London : Butterworth Heinemann.
- Edryanto. 2017. *Pengaruh Artificial Aging Dan Natural Aging Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pengecoran Logam Piston Al-Si*. Universitas Halu Oleo : Kendari
- Jae-Ho Jang. 2012. *Effect of solution treatment and artificial aging on microstructure and mechanical properties of Al–Cu alloy*. Pusan National University : Korea
- Mulyanti,Juriah. 2011. *Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-Sic Hasil Stircasting*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra
- Smith, F. William. 1995. *Material Science and engineering. (second edition)*. New York. Mc Graw- Hill inc.
- Surdia, T, E. Chijiwa. K.1996, *Teknik Pengecoran Logam*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua)*. Pradnya Paramita :Jakarta